SEA

Sistemi Elettronici Avanzati

PAVIA

Controlli e Informatica Industriale

Sistemi di Visione Artificiale

S.E.A. nella visione industriale

a. controllo dimensionale

b. controllo superficiale

c. guida automatica di manipolatori

d. controllo in linea con retroazione

e. OCR ed ICR (riconoscimento caratteri)

Le competenze specifiche S.E.A. sono

1. studi di fattibilità

2. algoritmi di elaborazione di immagini e riconoscimento di forme

3. scelta dell' hardware di elaborazione per minimizzare il rapporto costi/prestazioni

4. sensoristica

5. sistemi di illuminazione ed ottica

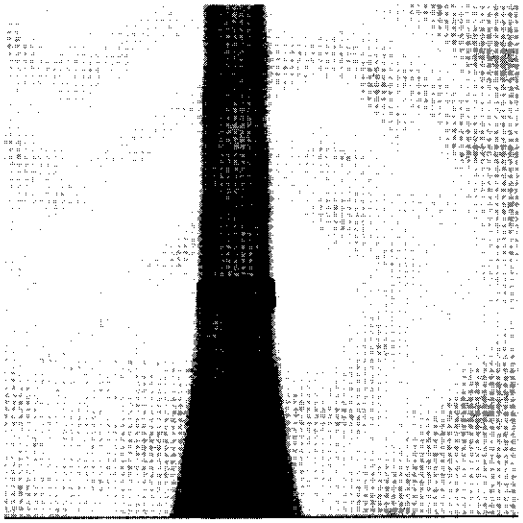
6. progetto della meccanica e degli attuatori

7. realizzazione di prototipi industriali

8. realizzazione e produzione di macchine industriali

9. installazione e assistenza

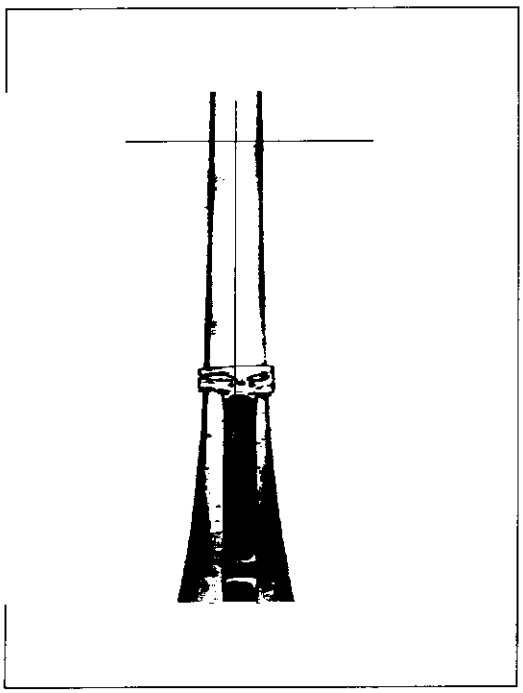
Corso Strada Nuova 112
Tel 0382.304681 - Fax 0382.28691



Vista del bulbo prima dell'elaborazione

La figura mostra il bulbo del termometro visto dalla telecamera. Il sistema di illuminazione, studiato e realizzato appositamente per questa applicazione, permette di evidenziare i bordi interni.

La zona inquadrata è di circa 50 mm x 50 mm. ottenendo, con una telecamera standard, una risoluzione inferiore a 0.1 mm/pixel.



Vista del bulbo dopo l'elaborazione

Binarizzazione dell'immagine precedente.

Il programma S.E.A. calcola l'orientamento del termometro attorno all'asse verticale tramite la misura del profilo di intensità luminosa lungo sezioni orizzontali.
La riga orizzontale in alto rappresenta la quota di chiusura del termometro.

La velocità del sistema è pari a 7200 termometri all'ora.

Corso Strada Nuova 112
tel 0382.304681 - Fax 0382.28691

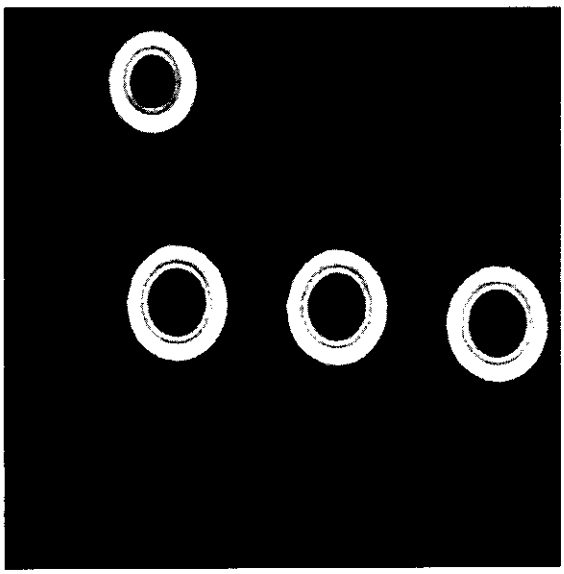
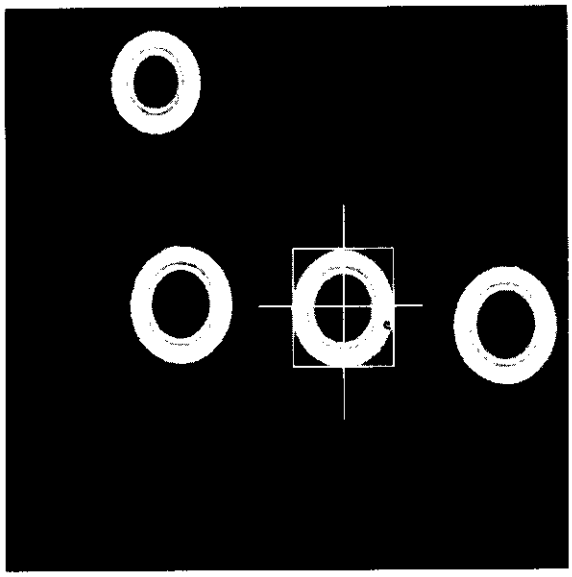


Immagine di alcuni fori di una testina

Grazie a paricolari tecniche di ripresa microscopica, abbinate ad un sistema di illuminazione a fibra ottica i fori risultano ben contrastati nell'immagine.

Il diametro di ogni foro è di 50 µm.



Controllo di un foro

L'algoritmo messo a punto da S.E.A. rileva la posizione di ogni foro, ne misura il diametro e l'eccentricità con la precisione del subpixel.

L'errore di misura del diametro è inferiore al micron.

Corso Strada Nuova 112
Tel 0382.304681 - Fax 0382.28691

ANALISI SUPERFICIALE

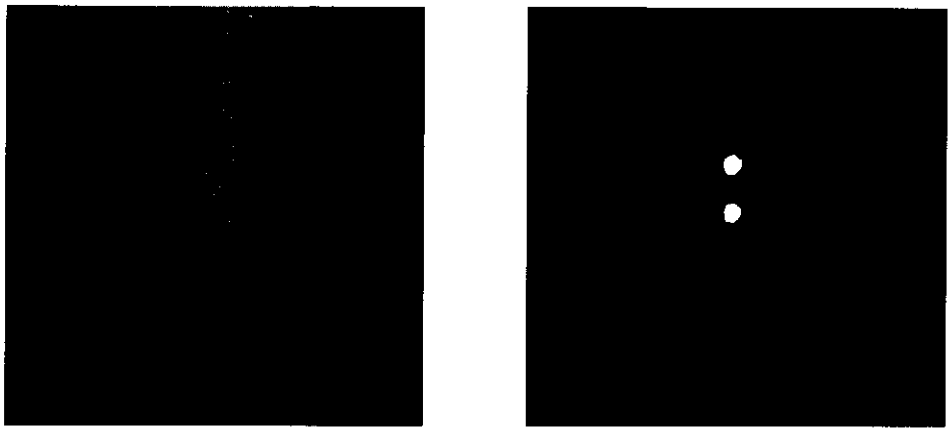
Sistema di controllo delle cerniere lampo

Il sistema sviluppato da S.E.A. effettua il controllo visivo di cerniere lampo.

I difetti riconosciuti sono:

- lunghezza della cerniera non corretta;
- larghezza del nastro non corretta;
- passo dei denti irregolare;
- larghezza dei denti non uniforme;
- denti mancanti e/o schiacciati;
- presenza di bave di plastica sul nastro o sulle vicinanze dei bordi;
- macchie di varia natura sul nastro;
- seminastri di colori differenti;
- lacerazioni o buchi sul nastro.

Corso Strada Nuova 112
tel 0382.304681 - Fax 0382.28691



Rilevamento della mancanza di un dente.

L'immagine di sinistra mostra una cerniera lampo con un dente mancante. La detezione di tale difetto è basata sulla misura delle alterazioni della periodicità dell'immagine lungo l'asse verticale. L'immagine originale viene filtrata con operatori che eliminano le strutture regolari mentre raddoppiano le dimensioni delle zone che sono sede di difetto (immagine di destra).

Rilevamento di una macchia sulla banda di stoffa.

L'immagine di sinistra presenta una cerniera lampo il cui nastro è macchiato.

L'immagine di destra mostra il risultato dell'applicazione dei filtri.
Il sistema lavora fino ad una velocità di 60 mt./min.

Analisi superficiale: sistema per il controllo di qualità di o-ring

S.E.A. ha messo a punto un sistema di analisi superficiale che consente la rilevazione di difetti di varia natura.

Caratteristica del difetto può essere una combinazione dei seguenti eventi:

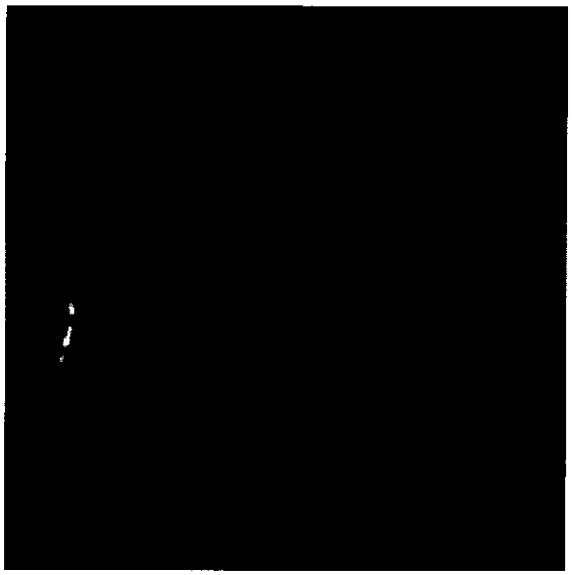
- alterazione della omogeneità locale;
- alterazione di una struttura periodica;
- dimensioni fuori tolleranza.

Un primo esempio di applicazione di tale metodologia è dato dal sistema per la rilevazione di difetti sulla superficie di o-ring in gomma.

I difetti rilevabili sono:

- striature della superficie;
- non perfetta aderenza delle due semi-superfici;
- intrusione di corpi estranei nella superficie;
- tagli sulla superficie.
- leggeri affossamenti (5% della sezione).

O-ring con taglio superficiale



L'immagine mostra un o-ring di 3 mm. di sezione tagliato superficialmente.

Tale difetto, non visibile ad occhio nudo, è messo in evidenza dall'illuminazione collimata tangente la superficie.

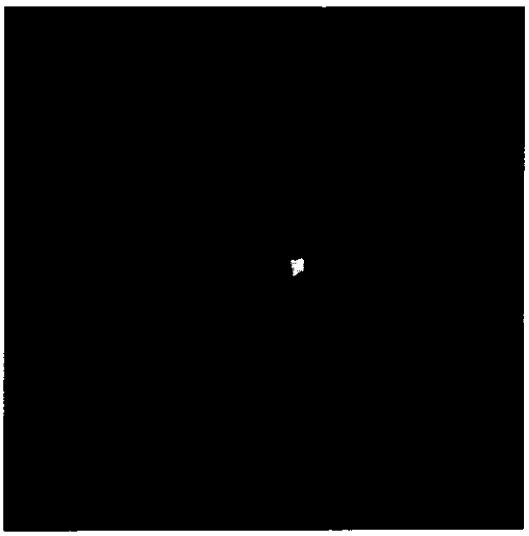
Risultato dell'algorimto di rilevazione dei difetti

Elaborazione dell'immagine precedente: mentre il difetto è stato rilevato mantenendone la forma, la polvere è stata ignorata.

Sono rilevabili difetti con area inferiore a 20 μm x 20 μm.

Corso Strada Nuova 112
Tel 0382.304681 - Fax 0382.28691

O-ring con infossatura della superficie

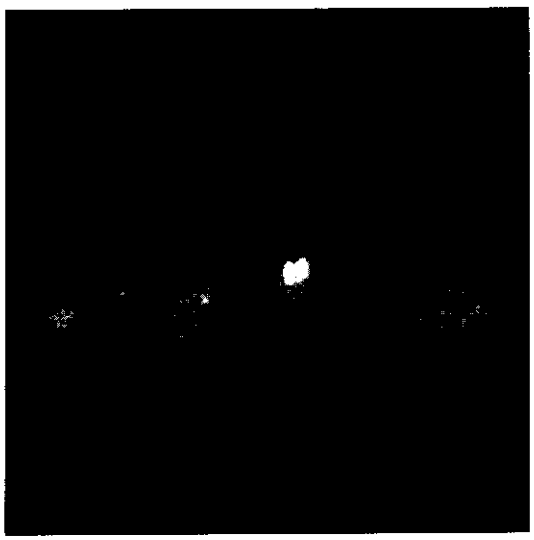


L'immagine mostra un altro difetto tipico di un o-ring: un leggero affossamento che altera la regolarità della superficie.

L'o-ring ha sezione di 3 mm. e diamtero di 12 mm.

L'illuminazione collimata tangente alla superficie evidenzia il difetto.

Risultato del processo di evidenziazione del difetto



Il tempo di elaborazione medio per l'intero algoritmo (pre-elaborazione più estrazione dei difetti) è di circa 20 msec./immagine su hardware commerciale con architettura pipeline.

O-ring con diametro di 12 mm. possono essere analizzati in circa 1.2sec.

Corso Strada Nuova 112
Tel 0382.304681 - Fax 0382.28691

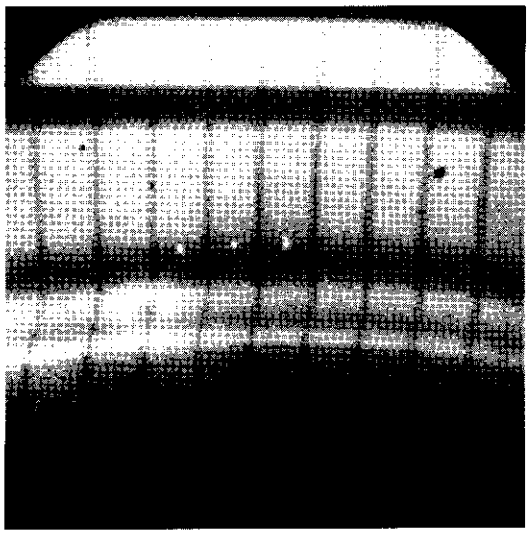
Analisi superficiale: sistema di rilevazione dei difetti in immagini di radiologia industriale

L'algoritmo di rilevazione di difetti superficiali è applicato anche per la detezione di difetti di varia natura nei cerchioni automobilistici in lega di alluminio visualizzati tramite sistemi di radiologia industriale.

Le imperfezioni presenti in materiali composti da leghe metalliche sono quasi sempre dovute alla formazione di bolle durante la fusione del materiale e si presentano come zone dell'immagine con luminosità differente rispetto all'intorno.

Le imperfezioni, con hardware commerciale dedicato alla elaborazione di immagini, sono rilevate in circa 500 msec / immagine.

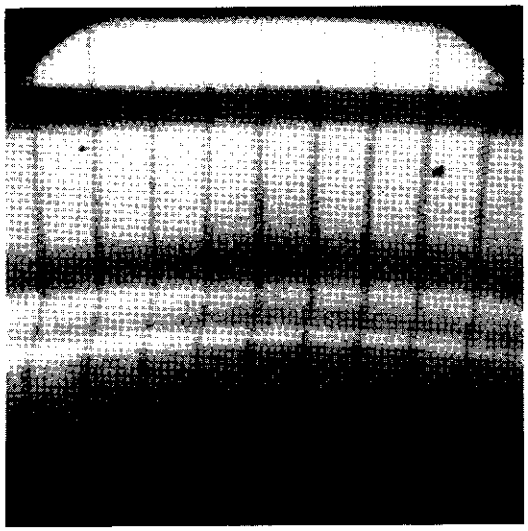
Immagine radiografica del canale di un cerchione



La foto a lato mostra una parte del canale di un cerchione automobilistico in cui il difetto è dato da tre fori la cui luminosità è differente rispetto al loro intorno ma non è inferiore a quella della parte alta dell'immagine.

Le striature verticali scure non devono essere rilevate come difetto in quanto provengono dal processo di produzione.

Risultato del processo di elaborazione



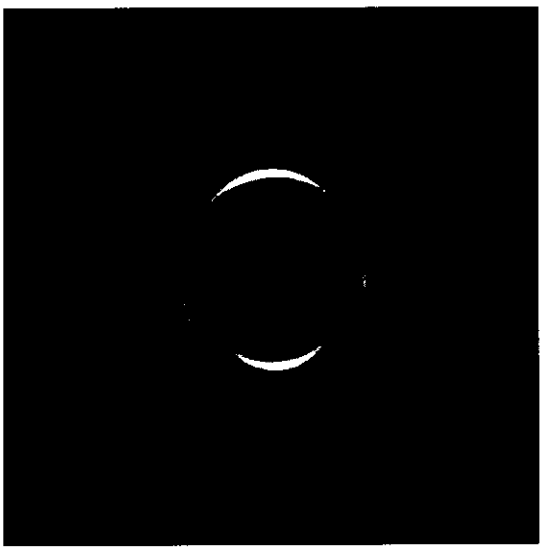
I difetti sono evidenziati in nero.

Il sistema fornisce l'area di ogni difetto e pertanto permette di stabilire livelli di qualità impostati dall'utente, basati su numero, area e concentrazione dei difetti, in base ai quali il pezzo viene accettato o rifiutato.

Con hardware commerciale specializzato si riesce ad ottenere un tempo di elaborazione di circa 500 msec/immagine.

Analisi superficiale: rilevazione orientamento di un getter

Il sistema rileva la corretta orientazione di un getter (diritto, capovolto) per guidare la sua successiva manipolazione.

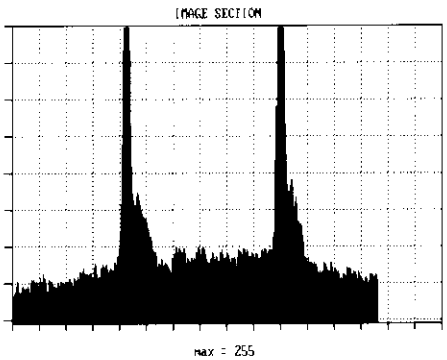


Getter capovolto

La figura mostra un getter capovolto.

L'illuminazione collimata tangente alla superficie permette di ridurre al minimo la pre-elaborazione necessaria.

Risultato dell'elaborazione



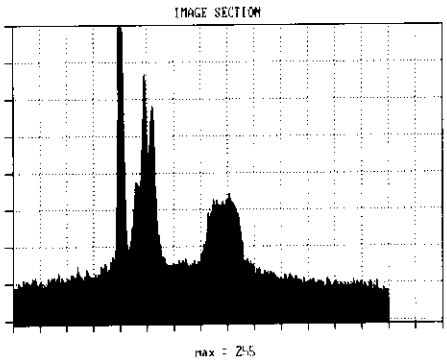
Nel grafico sono visibili due picchi molto marcati che determinano in maniera univoca la condizione di getter capovolto.

Corso Strada Nuova 112
Tel 0382.304681 - fax 0382.28691

Getter diritto

Nella foto viene presentato un getter orientato correttamente: in sezione il getter può essere visto come una U all'interno della quale è inserita la polvere compressa.

Risultato dell'elaborazione



Il grafico evidenzia due picchi molto ravvicinati ed un terzo picco di altezza inferiore ai primi due.

La velocità di rilevamento è pari a 4 getter al secondo.

Analisi superficiale: sistema rilevazione particelle all'interno di un liquido fisiologico

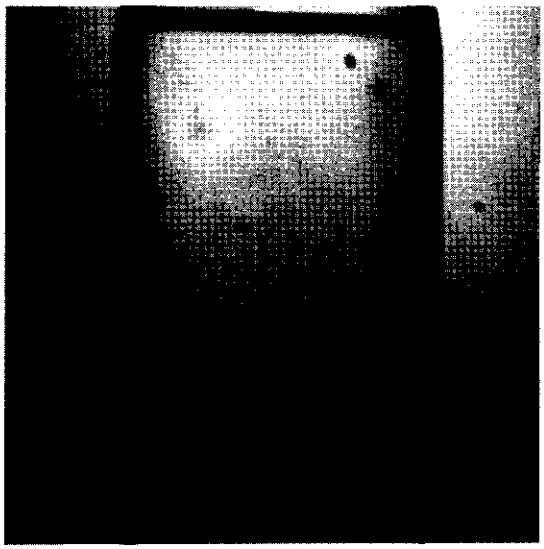
I flaconi di liquido fisiologico devono essere esenti da impurità di qualsiasi tipo: nel corso dell' imbottigliamento è possibile che alcune microparticelle facenti parte del tappo del liquido o altre impurità cadano all'interno del liquido stesso.

Il sistema che S.E.A. ha realizzato pone in agitazione il liquido e successivamente rileva le particelle in movimento al suo interno.

Dati caratteristici della macchina sono la capacità di elaborare fino a quasi 8000 flaconi per ora e di rilevare, grazie a particolari accorgimenti ottici, particelle di dimensioni inferiori al decimo di millimetro.

Corso Strada Nuova 112
Tel 0382.304681 - Fax 0382.28691

Fleboclisi contenente impurità

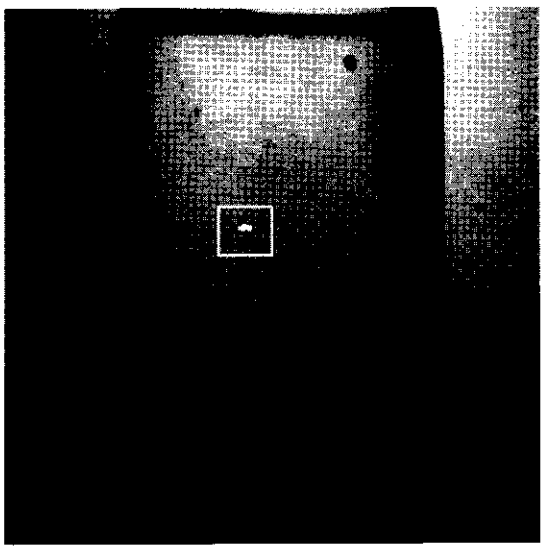


L'immagine mostra un flacone contenente liquido fisiologico all'interno del quale sono presenti impurità.

In particolare, si può notare una particella in moto nella parte centrale del flacone. La macchia nera nella parte alta è invece dovuta a imperfezione del vetro.

Le particelle rilevabili hanno grandezza inferiore a 100 μm.

Risultato del processo di elaborazione



Il corpuscolo estraneo è stato rilevato poichè in movimento nel liquido.

D'altra parte non è stata rilevata la scala graduata posta sulla sinistra del flacone nè la macchia in alto.

Il sistema, nella sua configurazione attuale riesce ad analizzare 7200 flaconi all'ora.

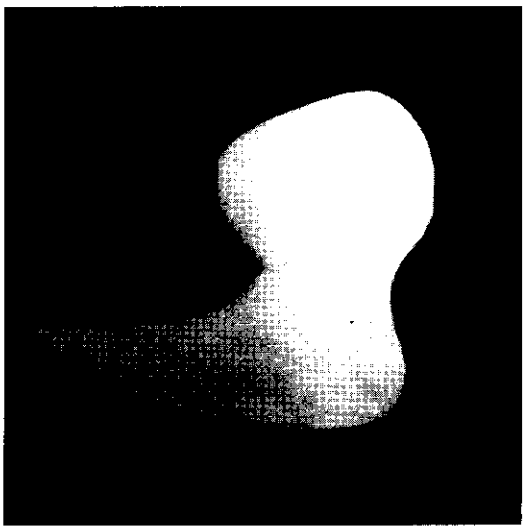
Corso Strada Nuova 112
Tel 0382.304681 - Fax 0382.28691

GUIDA AUTOMATICA DI MANIPOLATORI

Lettura automatica di profili e guida di una testa laser per il taglio di pellami

Il sistema sviluppato da S.E.A. permette di memorizzare nel calcolatore i contorni delle dime per il taglio di pellami attraverso una testa laser. La telecamera riprende la dima in questione, quindi viene inseguito il contorno della dima calcolando la successione delle coordinate. Infine, attraverso una interpolazione, si costruisce il programma di guida della testa che viene fornito alla macchina di taglio. Il percorso così ottenuto ottimizza anche gli scarti attraverso un algoritmo di nesting.

Immagine di una dima di cartone



Questa prima immagine mostra una dima il cui contorno opportunamnete codificato va trasmesso al CNC che successivamente comanderà una testa laser di taglio.

Corso Strada Nuova 112
Tel 0382.304681 - Fax 0382.28691

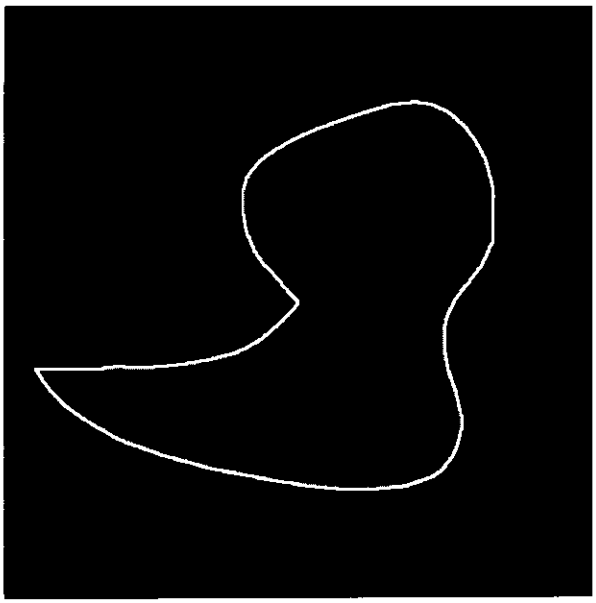


Immagine sogliata nella quale è evidenziato il bordo

Nell'immagine a lato è evidenziato il contorno della dima.

Il tempo di inseguimento del contorno, indipendente dalla sua forma, è di circa 100 msec.

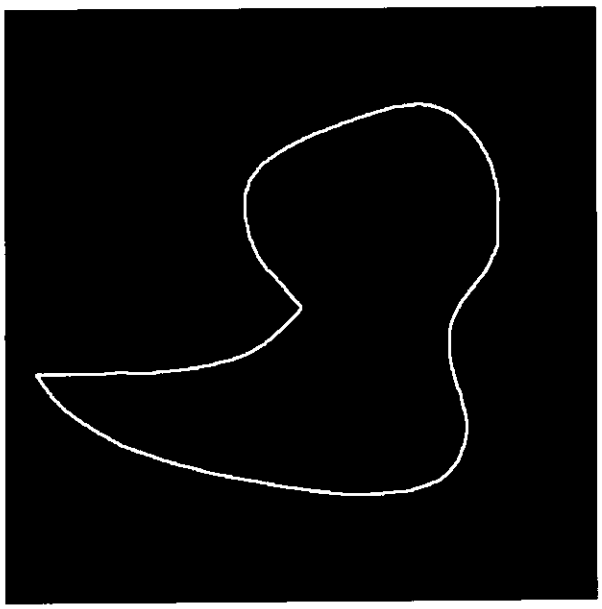


Immagine contenente solo il contorno della dima

In questa immagine il contorno dell'oggetto è isolato dal resto della dima.
Le coordinate di ogni suo singolo punto sono memorizzate e trasmesse al CNC codificate in un linguaggio standard.

SISTEMA DI CONTROLLO DI POSIZIONE AD ANELLO CHIUSO

Individuazione di riferimenti

S.E.A. ha realizzato sistemi di controllo di posizione ad anello chiuso in cui la parte di misura è effettuata tramite telecamere.

Uno fra gli apparati costruiti serve ad individuare la posizione di un circuito stampato flessibile e a comandare alcuni motori per il suo posizionamento corretto sotto la pressa di taglio durante la sua discesa.

La soluzione adottata prevede due telecamere installate in prossimità della posizione nominale. Il software individua le posizioni di riferimenti a forma di croci presenti sul circuito, calcola la loro distanza dalle posizioni nominali ed infine fornisce agli organi di movimento la matrice di rototraslazione necessaria per portare il circuito nella posizione ideale di taglio.

L'installazione del sistema di visione è semplificata da una procedura di taratura completamente automatica che produce le funzioni di trasformazione dal sistema di riferimento video a quello macchina nonché le funzioni per la correzione delle distorsioni inevitabilmente introdotte dalle ottiche.

Il sistema è in grado di chiudere l'anello 5 volte in 800 msec.; la precisione di posizionamento è inferiore a 20 μm.

Corso Strada Nuova 112
Tel 0382.304681 - Fax 0382.28691

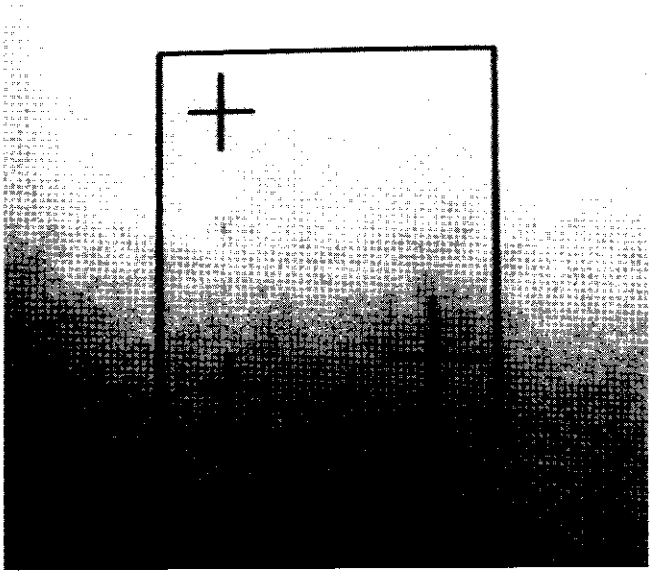


Immagine contenente i riferimenti

Le telecamere sono posizionate in modo da inquadrare un riferimento ciascuna.
Il sistema è in grado di correggere la distorsione introdotta dall'ottica attraverso una fase di taratura automatica che misura tale distorsione memorizzandone i parametri in modo da correggerla durante la fase on-line del processo.

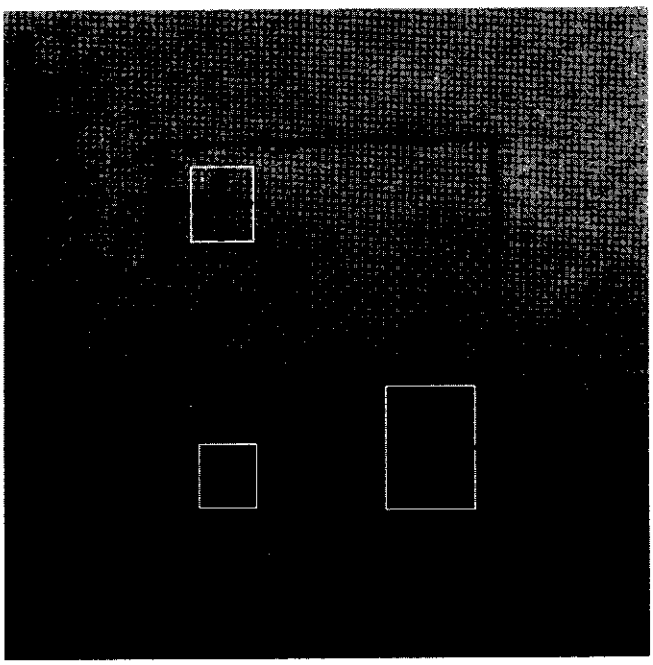


Immagine risultato del processo di individuazione

I riferimenti sono stati evidenziati (vedi i rettangoli bianchi). Durante la discesa della pressa il processo di rilevazione e correzione della posizione tramite comando dei motori è effettuato 5 volte.

L'errore di posizionamento è inferiore a 20 μm.

Corso Strada Nuova 112
Tel 0382.304681 - Fax 0382.28691

OCR e ICR

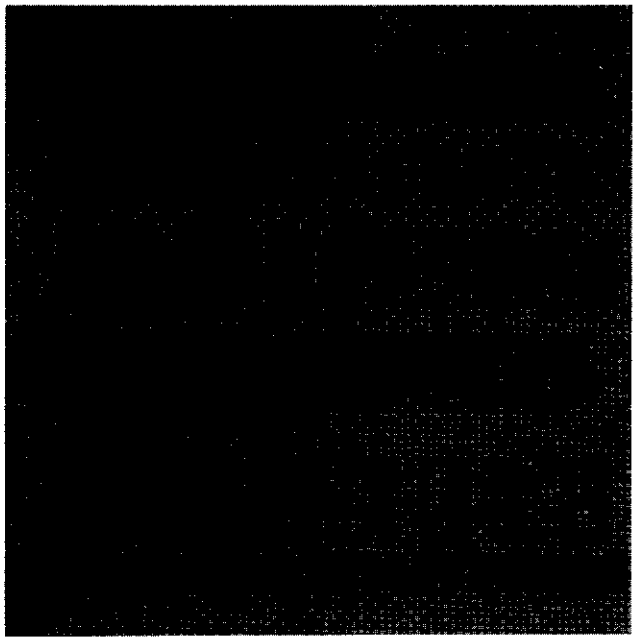
Riconoscimento automatico di caratteri

La lettura automatica di caratteri in ambiente industriale sta assumendo importanza sempre maggiore: esempio classico è la lettura delle indicazioni che viaggiano insieme a pallets di materiali diversi.

S.E.A. ha realizzato due sistemi completamente differenti per il riconoscimento automatico di caratteri.

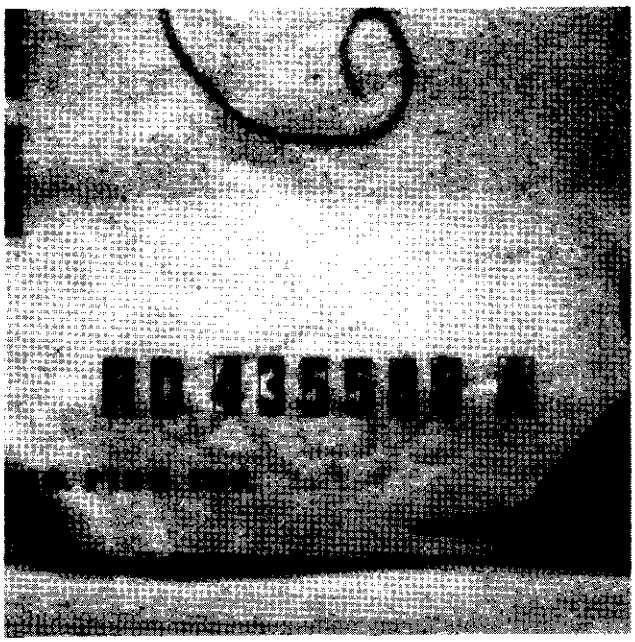
Il primo, denominato OCR, permette di riconoscere ad una velocità pari a circa 50 caratteri/secondo stringhe alfanumeriche anche molto degradate: questo primo algoritmo necessita un apprendimento durante il quale viene «insegnato» al programma il font da riconoscere.

Il secondo, denominato ICR, ha il font cablato all'interno dell'algoritmo stesso e consente di raggiungere velocità di riconoscimento pari a 300 caratteri al secondo.



Caratteri leggibili tramite OCR

Il sistema OCR realizzato da S.E.A. prevede un apprendimento di uno o più font e quindi il riconoscimento automatico delle scritte.
Il sistema è insensibile al danneggiamento dei caratteri e riesce a riconoscere 50 caratteri al secondo utilizzando un calcolatore basato sul processore 80386/20 Mhz. L'angolazione tollerabile dal sistema è di ± 30°.



Caratteri leggibili tramite ICR

L' ICR invece prescinde dal font utilizzato che è cablato all'interno dell'algoritmo di riconoscimento.
Il sistema è più sensibile al rumore di quanto non lo sia il precedente, però la velocità di riconoscimento è di circa 300 caratteri al secondo utilizzando un calcolatore basato sul processore 80386/20 Mhz. tollerando un angolazione di ± 10°.

Principali referenze

Beretta Piero	**Gardone V.T. (BS)**
Carlo Gavazzi Space	**Milano**
Centro Comune di Ricerca	**Ispra (VA)**
CISE	**Segrate (MI)**
Clinica Otorinolaringoiatrica - Policlinico S. Matteo	**Pavia**
Divisione di Ematologia - Policlinico S. Matteo	**Pavia**
Clinica Odontoiatrica - Policlinico S. Matteo	**Pavia**
CSELT	**Torino**
Delphi	**Milano**
Dip. Meccanica Strutturale - Università Studi	**Pavia**
Dupont Chémie	**Ginevra (CH)**
EAC-Mercury	**Milano**
ENEL-DCO	**Piacenza**
FIAR	**Milano**
FIAT Auto	**Torino**
HATU'-ICO	**Bologna**
Informatica e Sistemi	**Milano**
Speroni Robotica	**Spessa Po (PV)**